

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра оториноларингологии с курсом офтальмологии

Л. В. ДРАВИЦА, Ф. И. БИРЮКОВ, Е. В. КОНОПЛЯНИК

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ

**Учебно-методическое пособие по офтальмологии
для студентов 4 курса всех факультетов
медицинских вузов**

**Гомель
ГомГМУ
2013**

УДК 617.7-07(072)

ББК 56.7я73

Д 72

Рецензент:

кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой
глазных болезней Гродненского государственного
медицинского университета

С. Н. Ильина

Дравица, Л. В.

Д 72 Методы исследования органа зрения: учеб.-метод. пособие по офтальмологии для студентов 4 курса всех факультетов медицинских вузов / Л. В. Дравица, Ф. И. Бирюков, Е. В. Конопляник. — Гомель: ГомГМУ, 2013. — 44 с.

ISBN 978-985-506-466-5

Учебно-методическое пособие предназначено для проведения практических занятий по офтальмологии в медицинских вузах и составлено в соответствии с учебной программой. Представленные в пособии материалы соответствуют требованиям образовательного стандарта.

Предназначено для студентов 4 курса всех факультетов медицинских вузов.

Утверждено и рекомендовано к изданию Центральным учебным научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» 27 ноября 2012 г., протокол № 8.

УДК 617.7-07(072)

ББК 56.7я73

ISBN 978-985-506-466-5

© Учреждение образования
«Гомельский государственный
медицинский университет», 2013

Введение

Особые условия работы органа зрения обусловлены единством его сложной формы и многообразных функций, что приводит к наиболее полному восприятию впечатлений, возбуждаемых световой энергией, отражаемой предметами внешнего мира.

Орган зрения способен к восприятию яркого света и формы предметов — **центральное зрение**, к получению зрительных ощущений периферией сетчатки — **периферическое зрение**, к рассмотрению предметов, находящихся на различном расстоянии — **аккомодация**, чувствителен в больших пределах к восприятию различной яркости света — **адаптация**, к воздействию лучей с различной длиной волны — **цветоощущение**, может охватывать взглядом значительное пространство благодаря подвижности глаз — поле зрения, имеет возможность оценки пространственных отношений — **бинокулярное зрение**, обладает преломляющей способностью — **рефракция**.

Каждая из перечисленных функций является предметом отдельного изучения специальными методами исследования.

Диагностические методы исследования, применяемые в офтальмологии

Для изучения состояния и функций органа зрения используют следующие методы:

I. Внешний осмотр:

1. Положение головы.
2. Симметрия лица.
3. Состояние глазных щелей.
4. Положение глаз в орбите (глазнице).
5. Подвижность глаз.

II. Инструментальные методы исследования:

1. Переднего отрезка:
 - Боковое или фокальное освещение, исследование в проходящем свете, биомикроскопия, гониоскопия, оптическая когерентная томография (ОКТ) переднего отрезка глаза.
2. Заднего отрезка:
 - Прямая и обратная офтальмоскопия. Циклоскопия, флюоресцентная ангиография, оптическая когерентная томография.
 - Электрофизиологические методы — электроретинограмма (ЭРГ), критическая частота слияния мельканий (КЧСМ), зрительновызванные потенциалы.

III. Функциональные методы исследования:

1. Острота зрения.
2. Цветощущение.
3. Поле зрения.
4. Бинокулярное зрение.
5. Адаптация к свету и темноте.

1. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ

Острота зрения (Visus) — Центральное зрение обеспечивают колбочки сетчатки, занимающие ее центральную ямку диаметром 0,3 мм в области желтого пятна. По мере удаления от центра острота зрения резко снижается.

В XVIII в. астроном Гук заметил, что две звезды можно видеть только в том случае, если угол, под которым их видно, составляет не менее 1'. Угол зрения в 1' принято считать нормальной остротой зрения. Величина его на сетчатке соответствует 0,004 мм. Приблизительно таким же является диаметр колбочки (0,003–0,004 мм). Чем меньше диаметр колбочки, тем больше разрешающая способность глаза. Если изображения двух точек попадают на одну колбочку, глаз воспринимает их как одну точку (потому, что реагирует одна колбочка). Если изображения попадут на две соседние колбочки, глаз увидит линию, то есть будет воспринимать их слитно. Лишь в том случае, если изображение попадет на две колбочки, отделенные друг от друга третьей, образуется раздельное ощущение двух точек, то есть между двумя реагирующими колбочками должна быть хотя бы одна интактная (спящая). Ее диаметр и будет определять остроту зрения. Чем меньше диаметр колбочки, тем выше острота зрения.

Точно определить остроту зрения можно по минимальному углу зрения для этого глаза, т. е. по тому минимальному расстоянию между двумя точками, при котором они воспринимаются раздельно. Это минимальное расстояние называется **minimum separabile**.

Размер изображения на сетчатке зависит от угла зрения. Под углом зрения подразумевают угол, образующийся между световыми лучами, идущими к глазу от двух светящихся точек (А и В), и узловой точкой глаза (О). Таким образом, нормальная острота зрения — это способность глаза видеть раздельно две светящиеся точки под углом зрения 1'. Острота зрения и величина угла зрения находятся в обратной зависимости: чем больше угол зрения, тем ниже острота зрения, и наоборот.

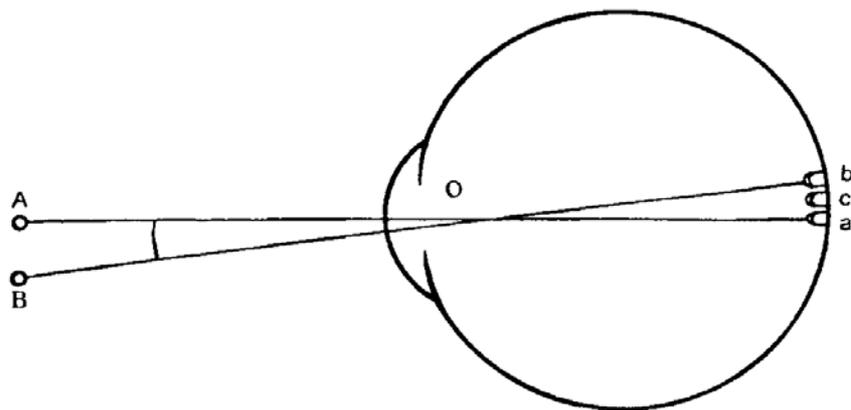


Рисунок 1 — Угол зрения

За норму, соответствующую остроте зрения 1,0, принят угловой размер колбочки, равный $1'$ (угол зрения АОВ) (рисунок 1).

Следует различать **естественную** и **абсолютную** остроту зрения. Под естественной подразумевают ту остроту зрения, которую дает невооруженный глаз в его естественном состоянии, под абсолютной — ту остроту, которую можно получить от глаза при оптической коррекции для дали.

Определение остроты зрения (визометрия)

Исследование остроты зрения проводится при помощи специальных таблиц, состоящих из нескольких строк знаков (оптотипов) (рисунок 2). Построение этих таблиц основано на принципе, предложенном в 1862 г. Г. Снелленом, согласно которому все буквы в таблице видны под углом зрения, который равен $5'$, а их детали — под углом $1'$.

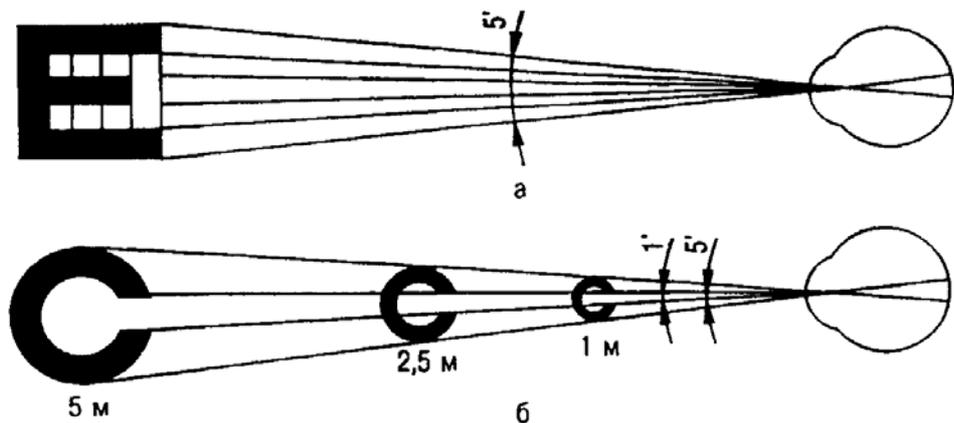


Рисунок 2 — Принцип построения оптотипов

В Республике Беларусь для проверки остроты зрения используется таблица Головина-Сивцева, помещенная в аппарат Рота (рисунок 3). Она вмещает 12 строк буквенных оптотипов и оптотипы Ландольта — кольца с разрезами, каждый из которых соответствует определенной остроте зрения.



Рисунок 3 — Таблица Головина-Сивцева в аппарате Рота

При использовании таблицы Головина-Сивцева (рисунок 4) острота зрения определяется с расстояния 5 м. С этого расстояния под углом $1'$ видны детали опто типов 10-й строки таблицы (при остроте зрения 1,0). В конце каждой строки опто типов символом V обозначена острота зрения, соответствующая возможности чтения этой строки с расстояния 5 м. Слева от каждой строки символом D обозначено расстояние, с которого опто типы этой строки различаются при остроте зрения 1,0. Так, первую строку таблицы при остроте зрения 1,0 можно увидеть с расстояния 50 м, вторую — с 25 м и т. д.

$D=50,0$	Ш Б	$V=0,1$	$D=50,0$	О С	$V=0,1$
$D=25,0$	М Н К	$V=0,2$	$D=25,0$	С О О	$V=0,2$
$D=16,67$	Ы М Б Ш	$V=0,3$		О О О С	$V=0,3$
$D=12,5$	Б Ы Н К М	$V=0,4$	$D=12,5$	О О О С О	$V=0,4$
$D=10,0$	И Н Ш М К	$V=0,5$	$D=10,0$	С О О О О	$V=0,5$
$D=8,38$	Н Ш Ы И К Б	$V=0,6$	$D=8,38$	О С О О С О	$V=0,6$
$D=7,14$	Ш И Н Б К Ы	$V=0,7$	$D=7,14$	О О О С О О	$V=0,7$
$D=6,25$	К Н Ш М Ы Б И	$V=0,8$	$D=6,25$	С О О О С О С	$V=0,8$
$D=5,55$	Б К Ш М И Ы Н	$V=0,9$	$D=5,55$	О О О С О О О	$V=0,9$
$D=5,0$	Н К И Б М Ш Ы Б	$V=1,0$	$D=5,0$	С О О О С О О	$V=1,0$
$D=3,33$	Ш И Н К М И Ы Б	$V=1,5$	$D=3,33$	О О О С О О О	$V=1,5$
$D=3,5$	И Ы Ш Ы И Б К К	$V=2,0$	$D=3,5$	О О О О С О О С	$V=2,0$

Рисунок 4 — Таблица Головина-Сивцева

Исследование начинают с хуже видящего либо правого глаза. Допускается совершить по одной ошибке в 3–6 рядах и по две в 7–10 рядах.

Если пациент не видит верхней строки таблицы Головина-Сивцева, т.е. его острота зрения меньше 0,1, то определяется расстояние, с которого он различает оптоотипы первой строки. Для этого пациента приближают к таблице до тех пор, пока он не увидит первую строку, и измеряют расстояние, с которого он распознал оптоотипы этой строки.

Острота зрения определяется по формуле Снеллена:

$$\text{Visus} = d/D,$$

где d — расстояние, с которого пациент видит определенную строку таблицы (расстояние, с которого проводится исследование), в метрах;

D — расстояние, с которого пациент должен видеть эту строку, м (этот показатель указан в таблице для определения остроты зрения).

Используют также такой способ: медицинский работник медленно подходит к пациенту, показывая ему пальцы своей руки. Толщина пальцев приблизительно равна ширине линий оптоотипов первой строки. Пальцы нужно развести так, чтобы расстояние между ними соответствовало ширине пальца.

Если пациент различает пальцы с расстояния 50 см (0,5 м), то острота зрения равна 0,5 м: 50 м = 0,01.

При более низкой остроте зрения указывают, с какого расстояния пациент считает пальцы (счет пальцев с 10 см, 20 см).

Если пациент не в состоянии различить количество пальцев, остроту зрения определяют, как «движение руки у лица».

Если глаз не видит окружающие предметы, а воспринимает лишь свет, то острота зрения равна светоощущению ($\text{Visus} = 1/\infty$). Оно определяется с помощью зеркального или электрического офтальмоскопа. Свет направляют через зрачок в глаз пациента. Если он видит свет и ориентируется, с какой стороны он попадает в глаз, то острота зрения этого глаза равна светоощущению с правильной светопроекцией ($\text{Visus} = \text{proectio lucis certa}$, или сокращенно — p.l.c.). Если пациент не может указать направления света хотя бы с одной стороны, то острота зрения этого глаза определяется как светоощущение с неправильной светопроекцией ($\text{Visus} = \text{proectio lucis incerta}$, или сокращенно p.l.inc.).

Если пациент не может отличить свет от темноты, и отсутствует прямая реакция зрачка на свет, регистрируют полную слепоту ($\text{Visus} = 0$).

На первой неделе жизни о зрении у ребенка можно судить по реакции зрачка на свет. Для освещения зрачка желательно пользоваться ярким источником света. Такое освещение заставляет ребенка жмуриться (рефлекс Пейпера), отворачивать голову. На 2–3 неделе жизни новорожденного состояние его зрения оценивается по выявлению кратковременной фиксации

взглядом источника света или яркого предмета. В возрасте 1–2 месяцев ребенок довольно долго фиксирует обоими глазами движущийся предмет. На 2–3 месяце появляется предметное зрение — ребенок закрывает глаза при быстром приближении предмета к ним (рефлекс опасности), рассматривает свои руки. С 3–5 месяцев зрение можно проверить с помощью ярко-красного шарика диаметром 4 см, а с 6–12 — с помощью шарика того же цвета, но диаметром 0,7 см. Шарик размещают на разных расстояниях от ребенка и привлекают его внимание движениями. Зная расстояние до шарика и его размер, можно рассчитать остроту зрения ребенка. На 7–10 месяце появляется способность различать геометрические фигуры, видеть себя в зеркале, в 12 месяцев — узнавать себя в зеркале, а родителей на фотографии, на 2–3 году жизни ребенок распознает нарисованные предметы. В старшем возрасте для исследования остроты зрения у детей применяют таблицы, в которых в качестве оптопов изображены знакомые детям предметы и животные (рисунок 5).



Рисунок 5 — Знаки для определения остроты зрения у детей:
 а — по Россано; б — по Аллену; в — по Хеллбрюгге; г — по Финку;
 д — по Риб-а; е — по Орловой; ж — по Розенблюму с соавторами

Для проверки остроты зрения вблизи с расстояния 30 см используются специальные таблицы. Таблица содержит тексты на русском языке и наборы букв. В качестве текстов используются цитаты из известных произведений. Диапазон контроля остроты зрения: $Visus = \text{от } 0,1 \text{ до } 1,0$. Тексты

для контроля остроты зрения с расстояния наблюдения 30 см используются в офтальмологических кабинетах как традиционное средство контроля зрения вблизи и подбора очков для чтения (пресбиопия, дальнозоркость).

В современной офтальмологии для определения остроты зрения используются проекторы знаков (рисунок 6). Проектор знаков — современный прибор для проверки остроты зрения — включает в себя таблицы для проверки остроты зрения, бинокулярного, цветного зрения у взрослых и детей. Широкий диапазон рабочего расстояния (2–7 метров) позволяет использовать его практически в любых, даже самых маленьких кабинетах.



Рисунок 6 — Проекторы знаков

Объективный метод оценки остроты зрения основан на выявлении оптокинетического нистагма — произвольной рефлекторной реакции на видимый движущийся предмет. С помощью специальных аппаратов обследуемому демонстрируют движущиеся объекты в виде полос или шахматной доски. Наименьшая величина объекта, вызвавшая произвольный нистагм, соответствует остроте зрения исследуемого глаза.

На показатели остроты зрения при исследовании влияет ряд факторов, в том числе характер освещения таблиц, его интенсивность, цвет. Монохроматический желтый луч является наиболее благоприятным для ясного зрения. Из физиологических факторов на остроту зрения влияют общее состояние здоровья пациента, его психическое состояние, чувство усталости.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ

Тонометрия — основной метод определения ВГД. При использовании любого метода происходит деформация наружной оболочки глаза, что вызывает небольшое повышение ВГД. Давление, определяемое с помощью тонометров, получило название **тонометрического**.

С первых лет своего существования (вторая половина XIX века) и до наших дней вся инструментальная тонометрия развивается по двум основным направлениям: вдавления и сплющивания, в связи с чем, и все методы измерения ВГД делятся на импрессионные и аппланационные. При импрессионной тонометрии оболочки глаза вдавливаются по направлению к центру глазного яблока (рисунок 7а). При аппланационной тонометрии, которая является более точной по сравнению с импрессионной, поверхность глазного яблока не вдавливается, а уплощается контактной поверхностью тонометра (рисунок 7б).

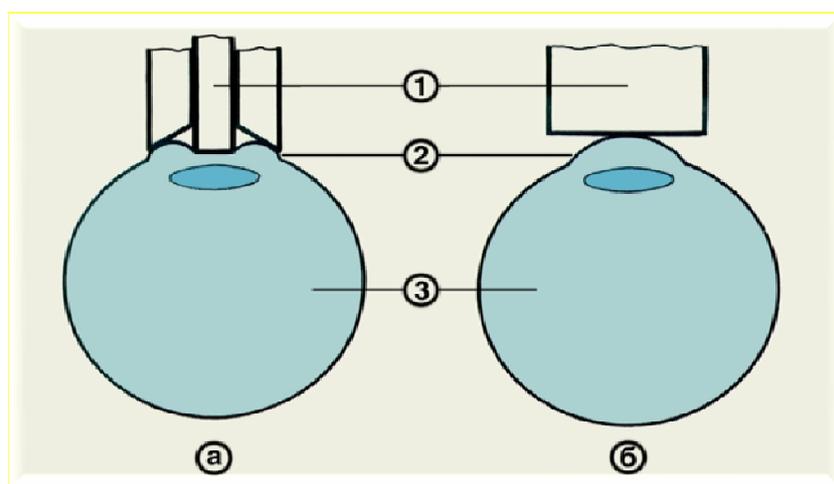


Рисунок 7 — Принципы тонометрии:
а — импрессионная; б — аппланационная

В 1884 г. **Маклаков** предложил методику, основанную на измерении *площади контакта* роговицы с грузиком известной массы. Аппланационная тонометрия по Маклакову производится с помощью тонометров Филатова-Кальфа (рисунки 8, 9). Набор состоит из цилиндрических грузиков различной массы с торцевыми фарфоровыми площадками. После инстилляции местного анестетика (0,25 %, 0,5% дикаин) на роговицу ставят тонометр, фарфоровая площадка которого смазана специальным красителем. Тонометр опускают на центр роговицы глаза с помощью специальной держалки. Стандартно пользуются грузом массой 10 г. Пациент находится в положении лежа, смотрит на потолок или точку фиксации. Рукоятку опускают на $\frac{2}{3}$ цилиндра тонометра. Под действием массы тонометра ро-

говица уплощается и на контактной площадке образуется обесцвеченный отпечаток округлой формы. Отпечаток переносят на лист бумаги, смазанный спиртом. Используя специальную линейку (линейка Б. Л. Поляка) (рисунок 10), определяют диаметр отпечатка (обесцвеченная часть) и уровень ВГД. Линейку накладывают на тонограмму таким образом, чтобы отпечаток поместился между расходящимися линиями шкалы и чтобы края кружка точно соприкасались с этими линиями. Число на шкале указывает величину ВГД в миллиметрах ртутного столба.



Рисунок 8 — Тонометр Филатова-Кальфа для тонометрии по Маклакову

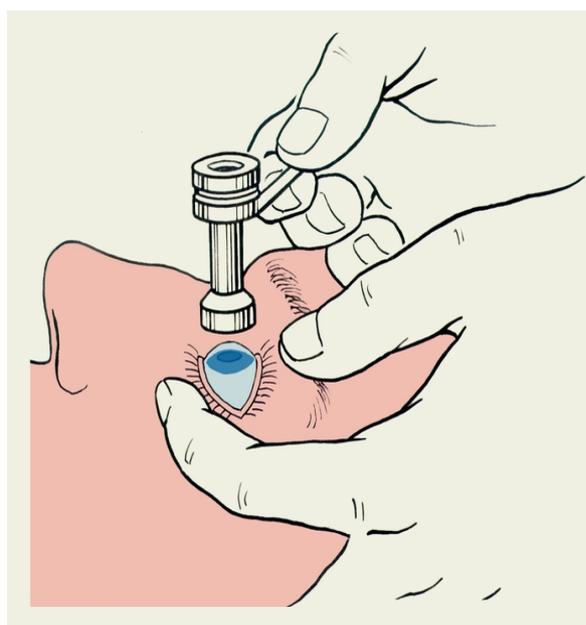
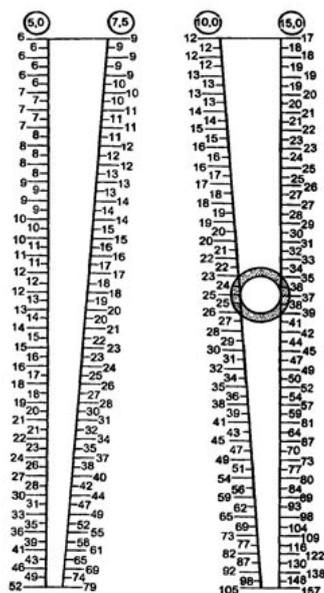


Рисунок 9 — Методика измерения ВГД по Маклакову



Измерительная линейка Поляка
для 4 тонометров Маклакова
(мм рт.ст.)

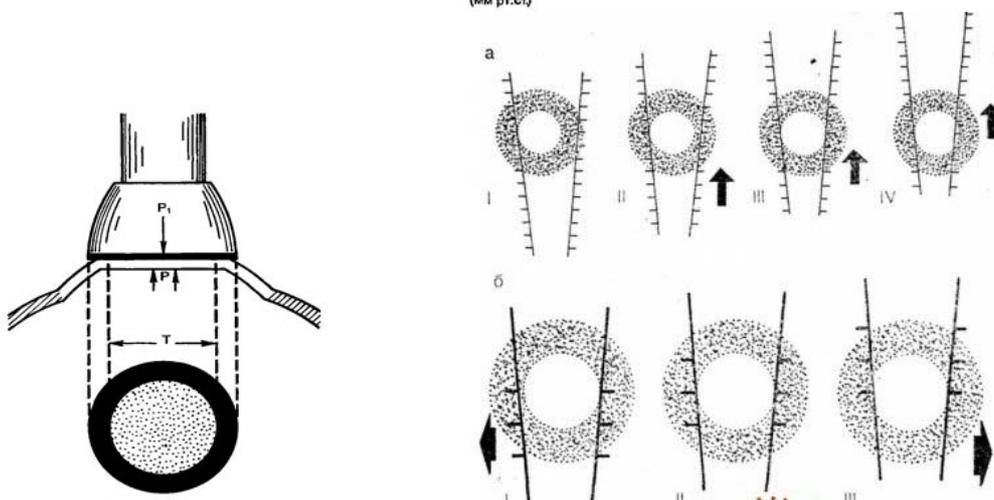


Рисунок 10 — Определение ВГД с помощью линейки Поляка

Аппланационная тонометрия по Гольдману в зарубежных странах является «золотым стандартом» измерения ВГД и используется чаще всего (рисунок 11). Перед исследованием закапывают анестетик и раствор флюоресцеина. Кончиком тонометра касаются роговицы. В результате уплощения образуются две половины флюоресцеинового кольца, по размеру которых определяют ВГД. Офтальмолог наблюдает за глазом пациента через пластмассовый цилиндр, который сплющивает роговицу. При соприкосновении датчика с роговицей краситель сдвигается в стороны, и исследователь видит в окуляре полукольца, которые светятся синим цветом (флюоресценция). Смещение изображения точно соответствует диаметру аппланации. Шкалу давления регулируют до тех пор, пока внутренний край верхнего и нижнего полукольца не соединится. Значение ВГД определяют по градуированной шкале.

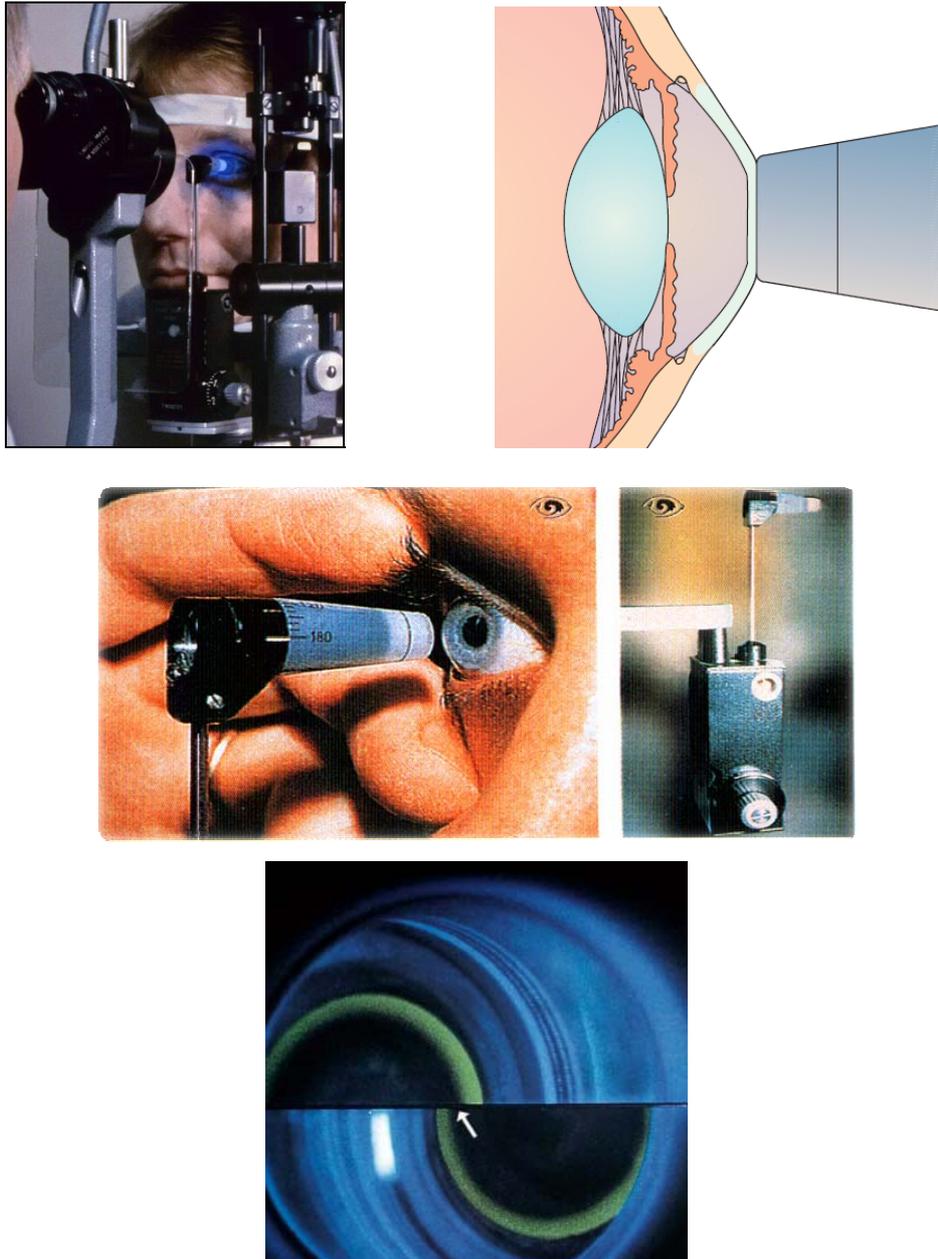


Рисунок 11 — Аппланационная тонометрия по Гольдману

Бесконтактная тонометрия — скрининговая методика, предназначенная для определения контрольного уровня ВГД у широкого круга лиц при диспансерном наблюдении (рисунки 12, 13). С определенного расстояния в центр роговицы направляют дозированную по объему и силе воздействия порцию сжатого воздуха. В результате возникает ее деформация, которая меняет интерференционную картину. Оптические датчики (расположены по бокам от воздушной пушки) обнаруживают, насколько быстро роговица уплощается на определенный уровень. Время, израсходованное на аппланацию, прибор переводит в миллиметры ртутного столба, и на экране появляются цифровые обозначения. Однако смыкание век, напряжение могут значительно повлиять на результаты тонометрии.



Рисунок 12 — Пневмотонометр

Портативные приборы для измерения ВГД (рисунки 13, 14).

Для измерения ВГД портативными приборами используется пьезоэлектрический эффект.



Рисунок 13 —Топо-Реп (1987)



Рисунок 14 — iCare тонометр (2003)

Тонометрия импрессионная по Шиотцу (рисунки 15, 16).

Основана на принципе вдавления роговицы стержнем постоянного сечения под воздействием груза различной массы (5,5, 7,5, 10). Значение вдавления роговицы определяется в линейных величинах и зависит от массы груза и уровня ВГД. Для перевода показаний измерения в мм рт.ст. используют специальные номограммы. Метод менее точен, чем аппланационный, но может пригодиться в случае неровной поверхности роговицы.



Рисунок 15 — Импрессионный тонометр по Шиотцу

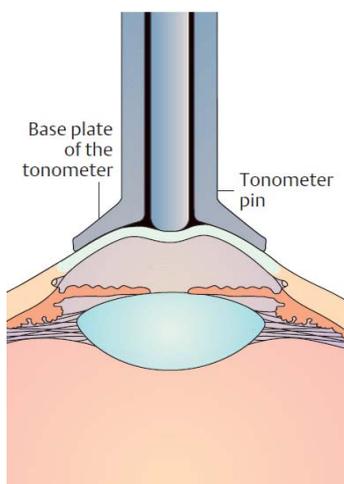


Рисунок 16 — Принцип импрессионной тонометрии

Статистическая норма истинного ВГД (P_0) варьирует достаточно широко и составляет от 10 до 21 мм рт. ст., а тонометрического уровня ВГД (P_t) — от 12 до 25 мм рт. ст.

3. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЕФРАКЦИИ ГЛАЗА

Субъективный метод заключается в подборе корректирующих стекол во время проверки остроты зрения. Для использования метода необходимы набор оптических линз (рисунок 17), пробная оправа и таблица для определения остроты зрения. Исследование проводят в строго определенной последовательности. Обследуемого помещают на расстоянии 5 м от таблицы для определения остроты зрения. Определяют остроту зрения отдельно для каждого глаза. Затем пациенту надевают пробную оправу и подгоняют ее по размерам лица и носа так, чтобы центры оправы соответствовали центрам зрачков. Во избежание путаницы при записи результатов и назначении очков определение рефракции всегда начинают с правого глаза, левый глаз закрывают непрозрачным экраном. Перед исследуемым глазом устанавливают стекла. Первой всегда ставят слабую собирающую линзу + 0,5 дптр, что позволяет сразу дифференцировать гиперметропию от эметропии и миопии. При гиперметропии слабое собирающее стекло приблизит фокус к сетчатке, у эметропа вызовет миопию, а у миопа усилит степень миопии. Таким образом, если с помощью линзы + 0,5 дптр зрение улучшилось, то у обследуемого гиперметропия; если зрение ухудшилось — эметропия или миопия. Для определения степени рефракции в пробной оправе постепенно усиливают силу стекла перед исследуемым глазом. Степень гиперметропии характеризуется самым сильным собирающим стеклом, которое еще дает самую высокую остроту зрения. Степень миопии, наоборот, определяется по самому слабому рассеивающему стеклу, которое дает наилучшее зрение.



Рисунок 17 — Пробный набор линз

К **объективным** методам исследования рефракции относят **скиаскопию и рефрактометрию**.

Скиаскопия (тенивая проба, ретиноскопия) (от skia — тень, scopeo — осматриваю) — предложенная Guignet в 1873 году, основана на методе нейтрализации движения тени. Заключается в объективном определении дальнейшей точки ясного зрения по изменению освещенности зрачка при качательных движениях офтальмоскопа во время осмотра глаза в проходящем свете.

Для проведения исследования необходимы: зеркальный офтальмоскоп с плоским зеркалом — скиаскоп (рисунок 18), набор скиаскопических линеек и источник света — настольная лампа.



Рисунок 18 — Зеркальный офтальмоскоп с плоским зеркалом — скиаскоп

Набор скиаскопических линеек состоит из линеек с положительными и отрицательными стеклами (рисунок 19).



Рисунок 19 — Скиаскопические линейки

Скиаскопию проводят в темной комнате (рисунок 20). Расстояние между врачом и пациентом — 1 м, источник света слева и несколько кзади от пациента. Врач направляет в исследуемый глаз пучок лучей, отраженный от офтальмоскопа, при этом область зрачка становится розовой. Если офтальмоскоп медленно поворачивать вокруг горизонтальной или вертикальной оси, то с одного края освещенного зрачка появляется тень, которая при дальнейшем движении зеркала распространяется на весь зрачок. Место появления тени в области зрачка в первую очередь зависит от рефракции.



Рисунок 20 — Методика проведения скиаскопии

Если у пациента имеет место близорукость в 1,0 дптр, движение тени при поворотах зеркала отсутствует. В этом случае отраженные от глазного дна лучи соберутся в глазу врача, который находится на расстоянии 1 м от пациента; в остальных случаях будет появляться тень по краю освещенного зрачка. При эметропии, гиперметропии и миопии меньше 1 дптр тень будет перемещаться в одинаковом с движением зеркала направлении, а при миопии больше 1 дптр — в противоположную. Определив по движению тени ориентировочный вид рефракции, перед исследуемым глазом ставят скиаскопические линейки с положительными или отрицательными стеклами (в зависимости от рефракции). Передвигая ее от слабых стекол к более сильным, все время проводят определение движения тени. Момент исчезновения тени означает, что с данным стеклом рефракция исследуемого глаза равна миопии в 1 дптр. Чтобы узнать истинную рефракцию пациента, к силе стекла, при котором исчезла тень, при миопии прибавляют 1 дптр, при гиперметропии — вычитают 1 дптр, в случае эметропии приставление стекла с силой 1 дптр приводит к исчезновению тени, так как глаз становится близоруким в 1 дптр.

Если при движениях зеркала по горизонтали и по вертикали тень исчезает при одинаковых оптических стеклах, то рефракция исследуемого глаза в этих меридианах одинакова. При наличии астигматизма данные будут разными, поэтому каждый меридиан исследуется отдельно.

Скиаскопию желательно проводить при полном покое аккомодации после медикаментозной циклоплегии — паралича аккомодации. Только в этом случае она дает наиболее точные результаты. Для проведения циклоплегии используют 1 % раствор атропина сульфата. По одной капле 2 раза в день в течение 3–4 дней; иногда атропинизацию продлевают до 7–10 дней. Можно применить дробную инстилляцию: закапывание 1 % раствора атропина сульфата по 1 капле 3 раза с интервалом 5 минут. У лиц старше 35–40 лет во избежание провокации острого приступа глаукомы медикаментозную циклоплегию используют в крайних случаях и только после предварительного измерения ВГД.

Объективные методы определения рефракции

Авторефрактометрия



Рисунок 21 — Авторефрактометр

Для рефрактометрии используют специальные приборы — рефрактометры. Принцип их работы заключается в регистрации отраженных от сетчатки световых сигналов, фокусировка которых зависит от вида и степени клинической рефракции. В настоящее время в практике офтальмолога наиболее широкое применение получили автоматические рефрактометры (рисунок 21), в которых анализ отраженного от сетчатки инфракрасного пучка света проводится автоматически с помощью специального электронного блока. Результаты исследования выдаются на специальном бланке по следующим основным параметрам: величина сферической аметропии, величина астигматизма, положение одного из главных меридианов.

Недостаток рефрактометров — это так называемая приборная аккомодация, которая возникает в результате импульса напряжения аккомодации из-за расположения оптической части прибора на небольшом расстоянии

от исследуемого глаза, поэтому данные, получаемые при исследовании, могут иметь сдвиг в сторону миопической рефракции, в некоторых случаях для объективизации информации необходимо проведение медикаментозной циклоплегии. В последних моделях авторефрактометров предусмотрены устройства, уменьшающие возможность возникновения приборной аккомодации.

4. ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Периферическое зрение играет важную роль в жизни человека, поскольку помогает ориентироваться в пространстве. Оно одновременно обеспечивает общее обозрение всех предметов, окружающих рассматриваемый объект. Состояние периферического зрения имеет большое значение для диагностики заболеваний сетчатки, зрительного нерва и патологии вышележащих отделов зрительного анализатора.

Изменения периферического зрения при наблюдении пациента на протяжении определенного периода указывают на тяжесть течения патологического процесса, на эффективность того или иного метода исследования. С целью исследования периферического зрения определяют границы поля зрения. **Поле зрения** — это совокупность всех точек пространства, которые одновременно воспринимаются неподвижным (фиксированным на любой точке пространства) глазом. Поле зрения человеческого глаза ограничивают: 1) прилегающие части лица — брови, щеки, спинка носа; 2) границы оптически действующей части сетчатки. Различают фотопическое, мезопическое и скотопическое поле зрения:

- Фотопическое — поле зрения в условиях хорошей яркости.
- Мезопическое — поле зрения в условиях сниженной яркости после небольшой сумеречной адаптации (4–5 минут).
- Скотопическое — поле зрения после 20–30-минутной темновой адаптации.

Способы определения поля зрения

Контрольный способ исследования (ориентировочный по Дондерсу) — является простейшим из всех методов периметрии. Он не нуждается ни в каких приборах. При использовании этого метода врач сравнивает свое поле зрения (оно должно быть нормальным) с полем зрения пациента. Пациенту предлагают сесть лицом к врачу на расстоянии 1 метра, спиной к свету. Он закрывает один глаз и смотрит открытым глазом в противопо-

ложный глаз врача. Во время исследования пациент закрывает левый глаз, а врач — правый, и наоборот. Перемещая палец от периферии к центру, врач сравнивает свое поле зрения с полем зрения пациента. При нормальном поле зрения пациент должен увидеть объект одновременно с врачом при условии, что у врача поле зрения не нарушено. Методика позволяет обнаружить значительные сужения и грубые дефекты поля зрения.

Кампиметрия — исследование поля зрения на плоскости. Данное исследование позволяет определить границы поля зрения в диапазоне $30\text{--}40^\circ$ от центра. Преимуществом указанного метода является обнаружение дефекта в центральных и парацентральных участках поля зрения.

Самым точным методом исследования поля зрения является **периметрия**.

Периметрия — это метод исследования полей зрения на вогнутой сферической поверхности с целью определения его границ и выявления в нем дефектов (скотом).

Исследование проводят при помощи специальных приборов — периметров, имеющих вид дуги или полусферы (сферопериметрия) (рисунок 22). Определение наружных границ поля зрения проводят минимум по 8 меридианам. Показатели правого и левого глаза регистрируются отдельно.

Пользуются белыми ($d = 1\text{ мм}$, $d = 3\text{ мм}$), цветными ($d = 5\text{ мм}$) объектами.

Наибольшее распространение получила **кинетическая (динамическая) периметрия**, при которой объект движется от периферии к центру или наоборот, по радиусам сферической поверхности.



Рисунок 22 — Периметр Ферстера

При исследовании поля зрения необходимо определить его границы на периферии, наличие или отсутствие ограниченных дефектов, так называемых скотом (от греч. — scotos — тень, темное пятно). В среднем для объекта размером 1 см поле зрения имеет следующие границы: кнаружи — 90° ; внутренняя — 65° ; верхняя — 50° ; нижняя — 70° (рисунки 23, 24).

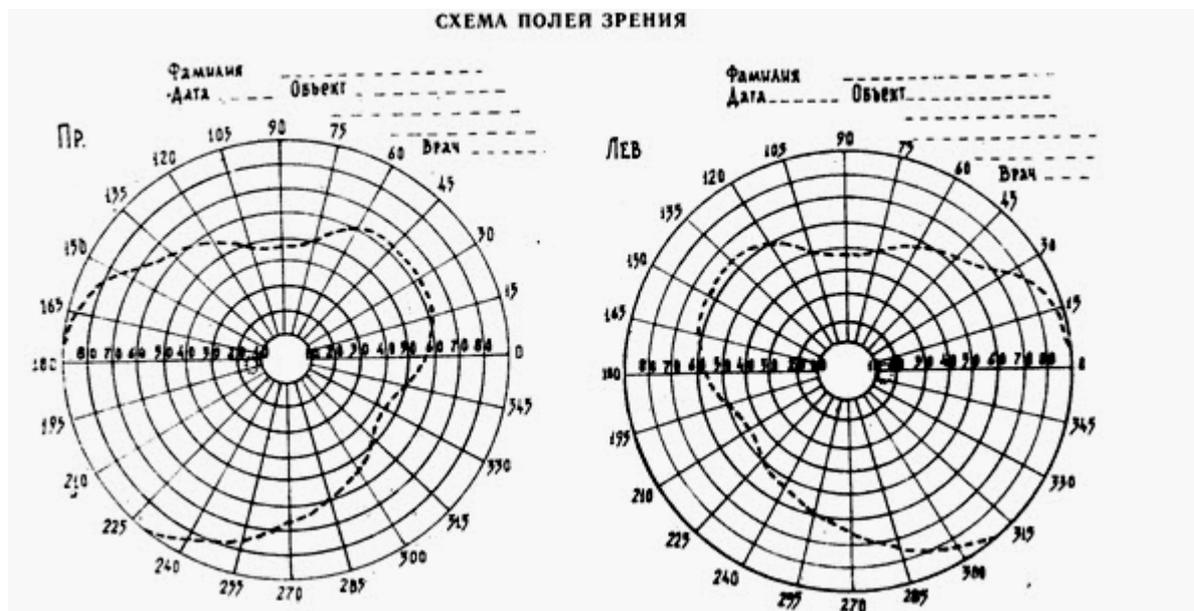


Рисунок 23 — Бланк для регистрации результатов кинетической периметрии

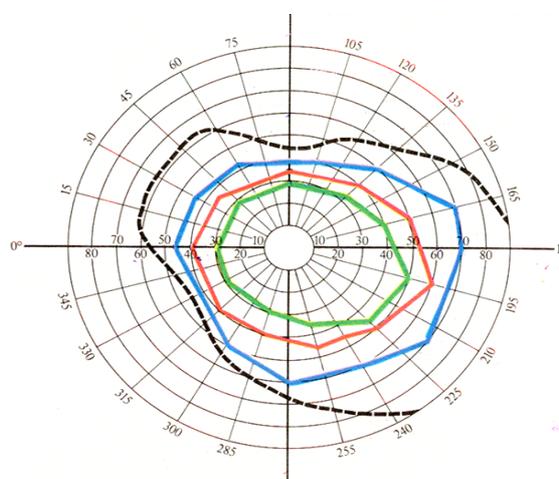


Рисунок 24 — Нормальные границы поля зрения на белый и цветные объекты

В настоящее время применяется также **статическая периметрия** — исследование поля зрения с помощью неподвижных объектов на **вогнутой сферической поверхности**, размеры и яркость которых изменяются. **Компьютерная периметрия** проводится при помощи автоматизированных статических периметров с компьютерными программами (рисунок 25). Возможно проведение скрининговых и пороговых методов обследования.



Рисунок 25 — Компьютерный периметр

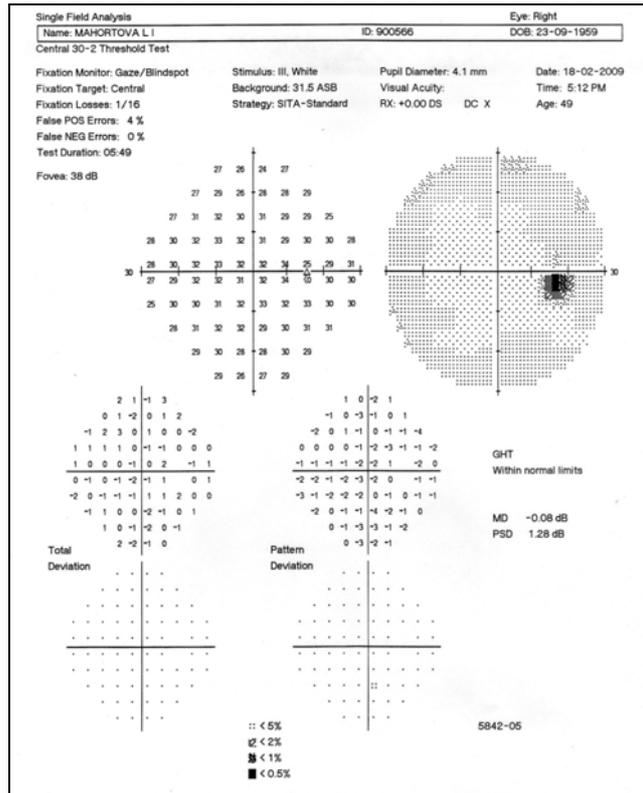


Рисунок 26 — Протокол исследования поля зрения методом статической периметрии

Результаты пороговой статической периметрии предоставляются в штриховой и цифровой маркировке (рисунок 26). В нижней части протокола — ключ к схеме — в таблице указана цена каждой штриховки (в апостильбах, ASB и децибелах, DB).

Периметрия помогает установлению локализации патологического очага в глазу, проводящих путях, нервных центрах. Все симптомы изменения поля зрения можно разделить на 3 группы:

- 1) очаговые дефекты, или скотомы;
- 2) краевые дефекты, или сужение поля зрения;
- 3) половинчатые дефекты, или гемианопсии.

Скотомой называется выпадение поля зрения на ограниченном участке. В зависимости от интенсивности дефекта они бывают **абсолютными и относительными**.

Абсолютная скотома — дефект поля зрения, в котором полностью исчезает восприятие объекта.

Относительная скотома — дефект поля зрения, в зоне которого объект виден неясно.

Положительная скотома — скотома, которую замечает больной в виде темного пятна перед глазом при локализации процесса в нем.

Отрицательная скотома — скотома которая выявляется при исследовании поля зрения.

Последние бывают результатом изменений в проводящих зрительных путях. Исключение составляет мерцательная скотома — кратковременные приступы затемнения зрения, заметные больным, но зависящие от расстройств мозгового кровообращения. Для скотом, связанных с поражением сетчатки, характерны жалобы больных на искажение формы предметов (метоморфопсии) и изменения их величины (ретинальная микро- и макропсия).

По локализации различают следующие виды скотом: **центральные** — сопутствуют центральному хориоретиниту, дегенерации сетчатки, поражению папилло-макулярного пучка зрительного нерва, рассеянному склерозу и др.

Парацентральные скотомы — возникают в начальной стадии при тех же заболеваниях.

Кольцевидная скотома окружает центральный участок поля зрения и бывает следствием различных заболеваний с поражением задних ресничных артерий или расстройством кровообращения в мозгу. Наблюдаются эти скотомы при пигментных заболеваниях сетчатки, хориоретинитах и заболеваниях ЦНС.

Секторообразная скотома с вершиной сектора выпадения до центра поля зрения достигает 90 градусов. Она характерна для закупорки одной из ветвей ЦАС.

Периферические скотомы, нередко множественные, вызываются рассеянными очаговыми изменениями в сетчатой и сосудистой оболочках при диссеминированом хориоидите, кровоизлияниях в сетчатку и др.

Изменения полей зрения бывают в виде сужения. Равномерное концентрическое сужение возникает при пигментном перерождении сетчатки, периферических хориоретинитах, невритах и атрофиях зрительного нерва, в исходе глаукомы, при функциональных заболеваниях нервной системы и др.

Гемианопсия — двустороннее выпадение половины поля зрения или его симметричные дефекты — возникают в связи с полуперекрестом зрительных путей. Различают гомонимные и гетеронимные гемианопсии (рисунок 27).

Гомонимная гемианопсия — выпадение в одном глазу височной, а в другом носовой половины поля зрения, так что в каждом глазу отсутствует восприятие в одноименной правой или левой половине. Гемианопсия может быть полной, когда выпадает вся половина поля зрения или **частичной, квадрантной**.

Гетеронимная гемианопсия наступает при поражении внутренних перекрещенных или наружных неперекрещенных волокон зрительных

трактов и характеризуется выпадением наружных (битемпоральная) или внутренних половин поля зрения (биназальная).

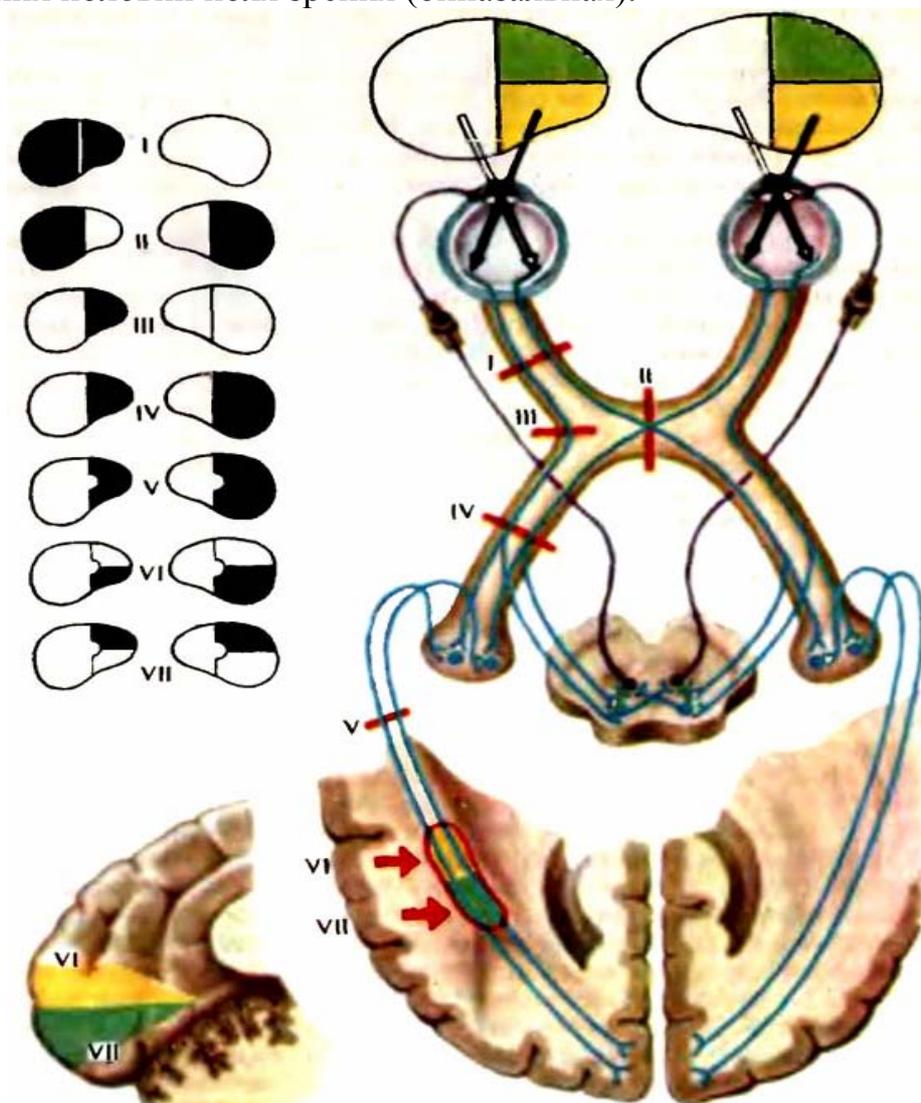


Рисунок 27 — Изменения поля зрения в зависимости от локализации процесса в зрительном пути

Битемпоральная гемианопсия возникает при поражении перекрещенных волокон, находящихся в центре хиазмы, и является симптомом опухолей гипофиза, основной кости, базиллярного сифилиса.

Биназальная гемианопсия — выпадение носовых половин поля зрения, возникает при наличии двух очагов, расположенных в боковых углах хиазмы и вызывающих сдавление или разрушение неперекрещенных пучков зрительных трактов или в случае склероза внутренней сонной артерии.

Особое место занимает исследование слепого пятна — **физиологической скотомы**, соответствующей месту выхода зрительного нерва из глаза.

5. ЦВЕТООЩУЩЕНИЕ

Цветовое зрение, подобно остроте зрения, является функцией колбочкового аппарата, а, следовательно, зависит от состояния макулярной области сетчатки. Развитие цветового зрения идет параллельно развитию остроты зрения, но обнаружить его наличие удастся значительно позже. Первая более или менее отчетливая реакция на яркие красные, желтые или зеленые цвета появляется у ребенка к 6 месяцам жизни. Нормальное формирование цветового зрения зависит от условий освещенности. Если новорожденного содержать в помещении с плохой освещенностью, то развитие задержится. Кроме того, развитие цветного зрения обусловлено развитием условно-рефлекторных связей.

Цветовому зрению в жизни человека принадлежит большая роль. Благодаря этой зрительной функции человек способен воспринимать все многообразие встречающихся в природе цветов. Цвет определенным образом влияет на настроение человека. Так, например, установлено, что красный цвет действует возбуждающе, а зеленый — успокаивающе.

Человек может различать примерно 7 миллионов различных цветовых оттенков. Все многообразие зрительных ощущений может быть разделено на две группы: **1** — *ахроматическое* — восприятие белого, черного, серого цветов от самого светлого до самого темного и **2** — *хроматическое* — восприятие всех цветов. Хроматические цвета различают по тону, светлоте, насыщенности. **Цветовой тон** определяется длиной волны излучения. **Насыщенность** — качество, под которым понимают интенсивность цветового тона, слабую или сильную окрашенность. **Светлоту** характеризуют как безразмерную величину, используемую для количественной оценки различий между световыми ощущениями от двух смежных одноцветных поверхностей. Человеческий глаз может различить около 13000 цветовых оттенков.

Человеческий глаз способен видеть цвета в диапазоне длины волны от 396 до 760 нм. Невидимыми считаются лучи коротковолновые (ультрафиолетовые) и длинноволновые (инфракрасные).

Обычно цветовые ощущения вызываются не монохроматическим лучом с определенной длиной волны, а совокупностью лучей с различной длиной волны. Однако, глядя на любой цветной объект, глаз видит не каждую точку его многоцветной, а замечает один результирующий цвет, подчиняясь законам смешения цветов. Смешение цветов происходит не только тогда, когда оба цвета посылают в один глаз, но и тогда, когда в один глаз направляют монохроматический свет одного цвета, а во второй — другого. Бинокулярное смешение цветов говорит о том, что основную роль в его осуществлении играют центральные, а не периферические процессы.

Трихроматичность цветового зрения. Представление о существовании в сетчатке нормального человеческого глаза трех типов цветовых рецепторов, которые различаются преимущественной цветовой чувствительностью к одному из трех основных цветов и вместе с тем способны воспроизвести все многоцветие окружающего мира, связывают с именами М.В. Ломоносова, Т. Юнга и Г. Гельмгольца.

Экспериментальные подтверждения справедливости гипотезы о существовании трех классов колбочек получены лишь в середине текущего столетия благодаря возможностям в то время новых методов отраженной денситометрии и микроспектрофотометрии.

В настоящее время установлено наличие трех типов колбочек, содержащих различные пигменты с пиком спектральной чувствительности в зоне 570–590, 535–555 и 440–450 нм. Чувствительность каждого из зрительных пигментов резко снижается на длинноволновой стороне пика, но уменьшение чувствительности к данной волне компенсируется включением соседнего фоторецептора. Достаточно близкие данные спектральной чувствительности были получены при микроспектрофотометрии: 549–570 нм; 522–539 нм; 414–424 нм для каждого класса рецепторов (Dartnall H. et. al., 1983).

Трехрецепторная теория цветового зрения Гельмгольца подтверждалась тем, что цветность любой длины волны можно составить, смешивая в определенных пропорциях три монохроматических цвета: синий, зеленый, красный. Правильность представлений о смеси цветов определяется нормальным состоянием как соответствующих колбочек в сетчатке, так и нейронов зрительных центров.

Видимый нами спектр электромагнитных излучений заключен между коротковолновым (длина волны от 400–450 нм) излучением, которое мы называем фиолетовым цветом и длинноволновым излучением (длина волны до 630–700 нм) называемым красным цветом. Остальные цвета видимого спектра (синий, зеленый, желтый, оранжевый) имеют промежуточные значения длины волны. Смешение лучей всех цветов дает ощущение белого цвета. Если произвести смешение трех основных цветов — красного, зеленого и синего, то могут быть получены любые цвета.

Для исследования цветоощущения используются диагностические таблицы (таблицы Рабкина, рисунок 28), которые построены по принципу уравнения кружочков разного цвета по яркости и насыщенности. С их помощью обозначены геометрические фигуры и цифры («ловушки»), которые видят и читают цветоаномалы. В то же время они не замечают цифру или фигурку, выведенную кружочками одного цвета. Следовательно, это и есть тот цвет, который не воспринимает обследуемый. Во время исследования пациент должен сидеть спиной к окну. Врач держит таблицу на

уровне его глаз на расстоянии 0,5–1 м. Каждая таблица экспонируется 5 с. Дольше можно демонстрировать только наиболее сложные таблицы.

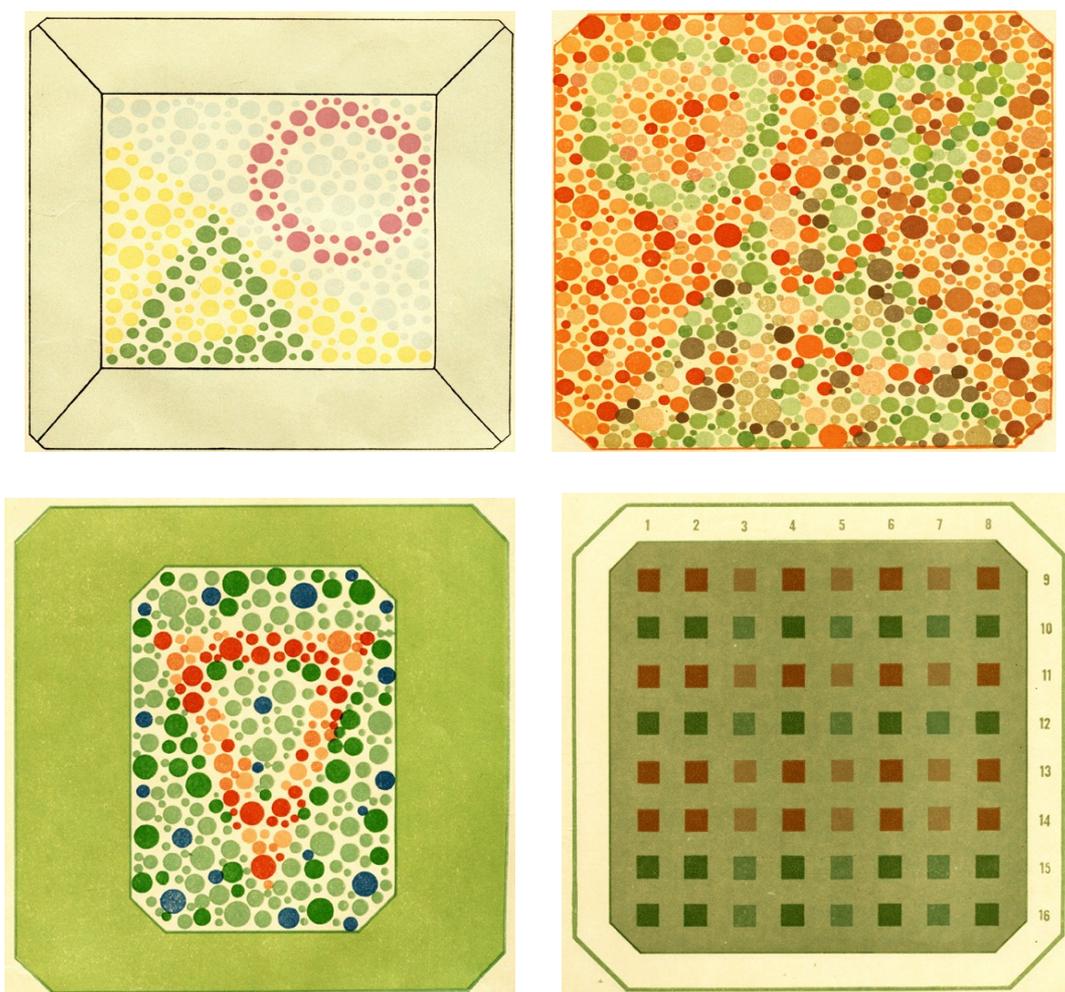


Рисунок 28 — Таблицы Рабкина

При выявлении нарушений цветоощущения составляют карточку обследуемого, образец которой имеется в приложениях к таблицам Рабкина. Нормальный трихромат прочитает все 25 таблиц, аномальный трихромат типа С — более 12, дихромат — 7–9. Цветовое зрение человека играет огромное значение для многих сторон его жизни, часто придавая ей эмоциональную окраску. Поэт Гете писал: «Желтый цвет радует глаз, расширяет сердце, бодрит дух, и мы сразу ощущаем тепло. Синий цвет, наоборот, представляет все в печальном виде».

6. БИНОКУЛЯРНОЕ ЗРЕНИЕ

Бинокулярное зрение — восприятие окружающих предметов двумя глазами (от лат. *bi* — два, *oculus* — глаз) — обеспечивается в корковом отделе зрительного анализатора благодаря сложнейшему физиологическому

механизму зрения — фузии, т. е. слиянию зрительных образов, возникающих отдельно в каждом глазу (монокулярное изображение), в единое сочетанное зрительное восприятие.

Способность зрительного анализатора определять третье измерение, телесность, стереоскопичность предметов окружающего мира, определять расстояние между предметами обусловлено одновременным зрением двумя глазами — **бинокулярным** зрением. Бинокулярное зрение создает и другие значительные преимущества зрительному анализатору, расширяет поля зрения в горизонтальном направлении до 180 градусов, зрительные образы, полученные от двух глаз, ярче и четче вследствие суммации раздражений (острота зрения повышается), при помощи бинокулярного зрения человек более точно определяет расстояние (глазомер). Бинокулярное зрение — это чрезмерно тонкий, сложный условно-рефлекторный комплекс. Он развивается, совершенствуется и изменяется в течение всей жизни. Огромное значение в развитии функции бинокулярного зрения играет индивидуальный опыт. Физиологический механизм бинокулярного зрения при рождении отсутствует. Несмотря на то, что глаза новорожденного рефлекторно обращены в сторону яркого раздражителя, движения их еще полностью разобщены. Лишь в возрасте 5–6 недель устанавливается первая бинокулярная кортикальная связь, параллельные движения взора появляются к 3 месяцам. Формирование бинокулярного зрения происходит в период от 2 месяцев до 6–10 лет и закрепляется до 15 лет. При рождении ребенок сознательного зрения не имеет, глаза двигаются независимо друг от друга. В возрасте 2–4 недель ребенок смотрит на свет. До 2 месяцев развиваются общие движения глазных яблок, укрепляются условно-рефлекторные связи между сетчаткой и движениями глаз. В акт аккомодации подключается конвергенция. В возрасте 4–5 месяцев отмечается продолжительная фиксация предмета. Со второго полугодия жизни формируется фузия.

Для формирования бинокулярного зрения необходимы определенные условия:

- Острота зрения на каждый глаз не ниже 0,3–0,4.
- Полный объем движений глазных яблок.
- Параллельное положение глазных яблок при взгляде вдаль.
- Соответствующая конвергенция при взгляде с близкого расстояния.
- Наличие изейконии.
- Способность к фузии.
- Попадание изображения на корреспондирующие точки сетчатки.

Единый образ предмета, воспринимаемого двумя глазами, возможен лишь в случае попадания его изображения на так называемые идентичные, или **корреспондирующие**, точки сетчатки, к которым относятся центральные ямки сетчатки обоих глаз, а также точки сетчатки, расположенные

симметрично по отношению к центральным ямкам. В центральных ямках совмещаются отдельные точки, а на остальных участках сетчатки корреспондируют рецепторные поля, имеющие связь с одной ганглиозной клеткой. В случае проецирования изображения объекта на несимметричные, или, так называемые диспаратные, точки сетчатки обоих глаз, возникает двоение изображения – диплопия.

Бинокулярное зрение формируется постепенно и достигает полного развития к 7–15 годам. Оно возможно лишь при определенных условиях, причем нарушение любого из них может стать причиной расстройства бинокулярного зрения, вследствие чего характер зрения становится либо монокулярным (зрение одним глазом), либо одновременным, при котором в высших зрительных центрах воспринимаются импульсы то от одного, то от другого глаза. Монокулярное и одновременное зрение позволяет получить представление лишь о высоте, ширине и форме предмета без оценки взаиморасположения предметов в пространстве по глубине.

Основной качественной характеристикой бинокулярного зрения является глубинное стереоскопическое видение предмета, позволяющее определить его место в пространстве, видеть рельефно и объемно. При бинокулярном зрении образы внешнего мира воспринимаются трехмерными, расширяется поле зрения и повышается острота зрения (на 0,1–0,2 и более). При монокулярном зрении человек приспособляется и ориентируется в пространстве, оценивая величину знакомых предметов. Чем дальше находится предмет, тем он кажется меньше. При повороте головы расположенные на разном расстоянии предметы смещаются относительно друг друга. При таком зрении труднее всего ориентироваться среди находящихся вблизи предметов, например, трудно попасть концом нитки в ушко иглки, налить воду в стакан и т. п. Отсутствие бинокулярного зрения ограничивает профессиональную пригодность человека.

Бинокулярное зрение определяется при помощи цветотеста (рисунки 29, 30).

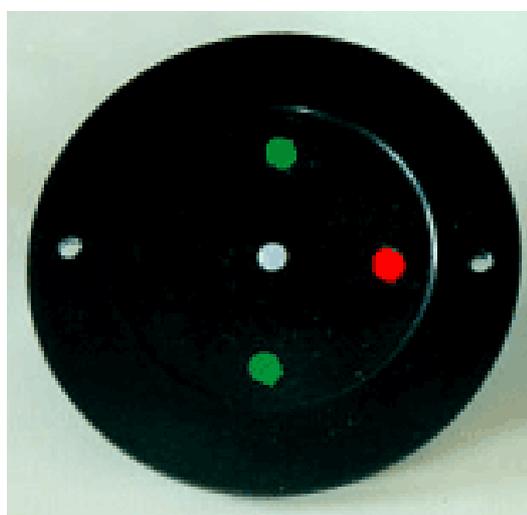
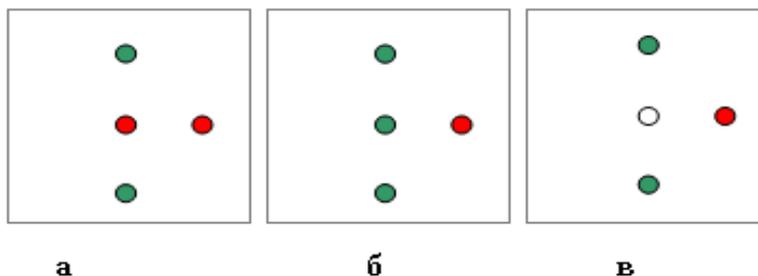


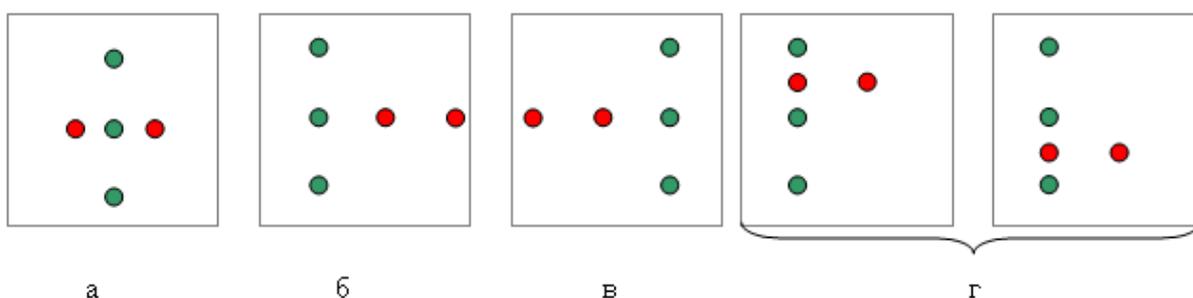
Рисунок 29 — Цветотест — прибор для определения характера зрения

Зрительная картина пациента при наличии бинокулярного зрения:



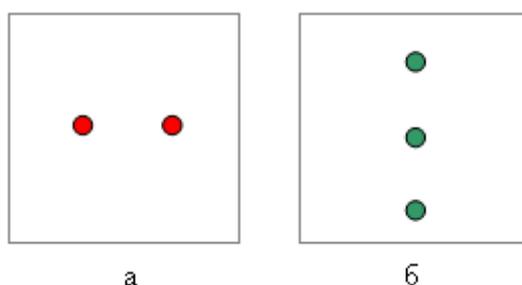
- а — ведущий глаз правый;
- б — ведущий глаз левый;
- в — ведущего глаза нет.

Одновременное зрение:



- а — одноименное (при сходящемся косоглазии или эзотропии);
- б — перекрестное (при расходящемся косоглазии или экзотропии);
- в — возможный вариант одноименного перекрестного зрения;
- г — при наличии вертикального косоглазия.

Монокулярное зрение:



- а — правого глаза;
- б — левого глаза.

Рисунок 30 — Интерпретация результатов цветотеста

7. ОФТАЛЬМОСКОПИЯ

Офтальмоскопия (ophthalm — глаз + греч. skopeo — рассматривать) исследовать) — метод изучения сетчатки, сосудистой оболочки и диска зрительного нерва, основанный на осмотре глазного дна.

История офтальмоскопии:

- 1850 г. — изобретение Гельмгольцем офтальмоскопа.
- 1853 г. — Соссиус описал фовеолярный рефлекс.
- 1858 г. — Liebreich впервые описал макулярный рефлекс.
- 1891 г. — Dimmer «Офтальмоскопические световые рефлекс сетчатки и материалы к анатомии сетчатки».
- 1913 г. — Vogt предложил исследовать глазное дно в бескрасном свете.
- 1963 г. — понятие «патологические световые рефлекс глазного дна», Водовозов А. М.
- 1969 г. — Водовозов А. М., офтальмохромоскопия.
- 1971 г. — описаны золотистый и серебристый рефлекс.
- 1974 г. — стационарные рефлекс глазного дна.

Осмотр начинают с исследования в проходящем свете. При освещении зрачка он приобретает красный цвет. Красный цвет зрачка во время офтальмоскопии обусловлен отражением лучей от наполненных кровью сосудов собственно сосудистой оболочки (хориоидеи). Когда на пути световых лучей, отраженных от глазного дна, имеются непрозрачные включения, то они задерживают лучи и дают черные пятна. Это касается помутнений как в роговице, передней камере, так и в хрусталике или в стекловидном теле.

Виды офтальмоскопии

Прямая офтальмоскопия — офтальмоскопия с помощью офтальмоскопа без лупы, дающая прямое увеличенное (в среднем в 16–20 раз) изображение глазного дна (рисунок 31). Это исследование можно сравнить с рассматриванием предмета через увеличительное стекло. Им при прямой офтальмоскопии служит непосредственно оптическая система глаза — роговица и хрусталик. На результаты исследования влияют прозрачность оптических сред и наличие нарушений рефракции.



Рисунок 31 — Офтальмоскопия в прямом виде

Чтобы врач хорошо видел детали глазного дна, врач и пациент должны выровнять свою рефракцию к эметропии с помощью компенсационных линз, расположенных на офтальмоскопе в специальной дисковой оправе. В современных офтальмоскопах используются разные светофильтры (офтальмоскопия по Водовозову) и тест-объекты, с помощью которых возможно измерение деталей глазного дна. Для качественного проведения исследования нужно расширить зрачок мидриатиками (атропин 1 %, тропикамид 1 % и др.).

Офтальмоскопия в обратном виде осуществляется с помощью офтальмоскопа и собирающей линзы силой в 20, 13 или 10 дптр, дающих обратное увеличенное (в среднем соответственно в 3,5 или 6 раз) изображение глазного дна; применяется для общего осмотра глазного дна. Свет офтальмоскопа направляют в глаз обследуемого и, получив красное свечение, перед глазом пациента устанавливают линзу силой + 10... + 13 дптр в 10 или 7–8 см от него. Перед глазом врача создается мнимое обратное изображение деталей глазного дна, которое он видит через отверстие офтальмоскопа (рисунки 32–34).



Рисунок 32 — Зеркальный офтальмоскоп



Рисунок 33 — Электрический офтальмоскоп

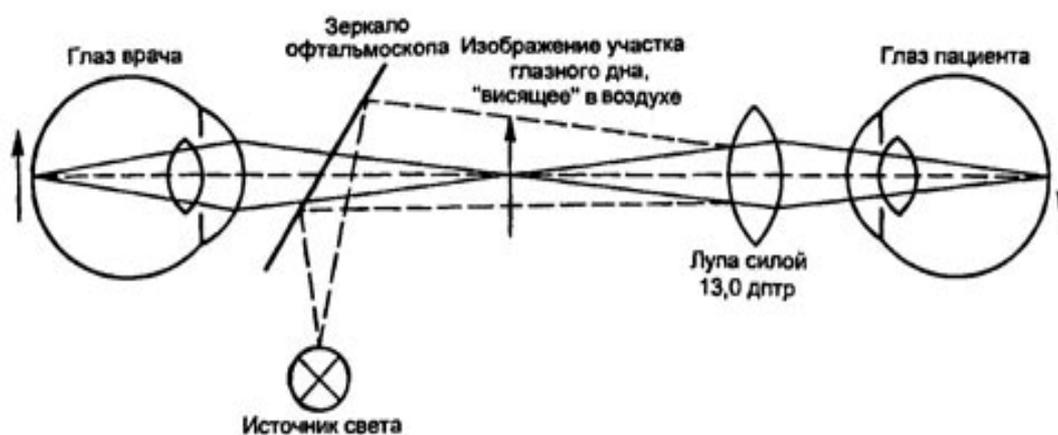


Рисунок 34 — Ход лучей при офтальмоскопии в обратном виде

Офтальмоскопия бинокулярная стереоскопическая (рисунки 35, 36)



Рисунок 35 — Бинокулярный офтальмоскоп



Рисунок 36 — Методика проведения бинокулярной стереоскопической офтальмоскопии

Благодаря бинокулярности и стереоскопичности изображения можно обнаружить незначительные изменения в структурах глазного дна, глубину их локализации, форму и др.

При офтальмоскопии (рисунок 37) оценивают следующие структуры глазного дна: диск зрительного нерва, ход и калибр сосудов, состояние сетчатки в макулярной зоне и на периферии. Диск зрительного нерва в норме округлый или овальный, бледно-розовый, расположен вровень с сетчаткой, физиологическая экскавация (углубление в центре) составляет до 0,3. С середины диска выходят сосуды, дихотомично делятся на ветви и распространяются по сетчатке.

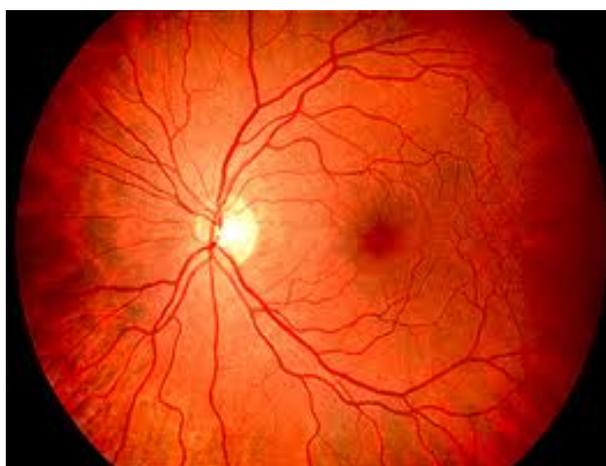


Рисунок 37 — Нормальное глазное дно

После исследования диска зрительного нерва осматривают область желтого пятна, отвечающую за центральное зрение. Для этого пациента просят посмотреть прямо в офтальмоскоп. Оценивается выраженность макулярного рефлекса, наличие кровоизлияний, отека, дегенеративных изменений, затем осматриваются периферические участки сетчатки (рисунок 38).

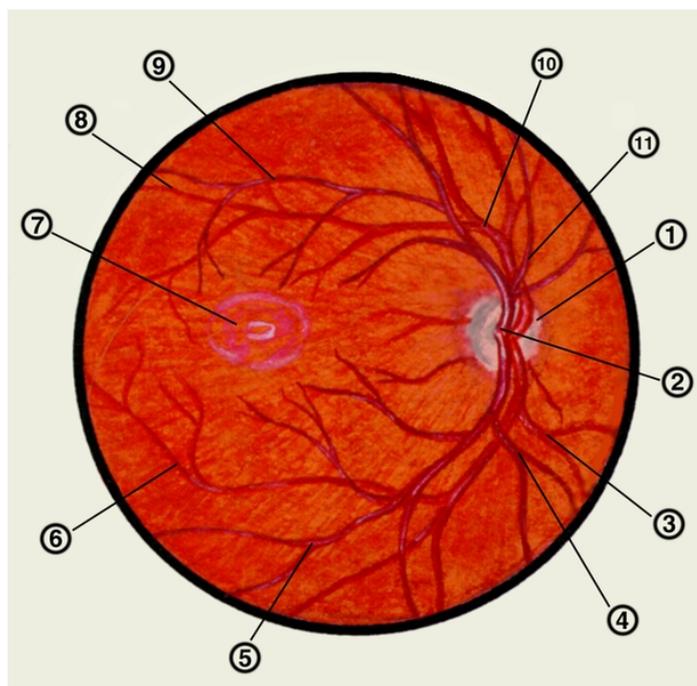


Рисунок 38 — Глазное дно правого глаза в норме:

- 1 — диск зрительного нерва; 2 — воронка зрительного нерва с центральными сосудами сетчатки; 3 — нижняя носовая артериола;
 4 — нижняя носовая венула; 5 — нижняя височная венула;
 6 — нижняя височная артериола; 7 — желтое пятно с центральной ямкой;
 8 — верхняя височная артериола; 9 — верхняя височная венула;
 10 — верхняя носовая артериола; 11 — верхняя носовая венула.

8. БИОМИКРОСКОПИЯ

Биомикроскопия — метод прижизненного визуального исследования оптических сред и тканей глаза, основанный на создании контраста между освещенными и неосвещенными участками и на увеличении изображения. Позволяет осмотреть конъюнктиву, роговицу, радужку, переднюю камеру глаза, хрусталик, стекловидное тело, а при использовании определенных линз (60, 78, 90 дптр) — и глазное дно. Осуществляется с помощью щелевой лампы (рисунок 39).



Рисунок 39 — Методика биомикроскопии

Шведский офтальмолог Альвар Гульстранд (A. Gullstrand, 1862–1930) в 1911 г. создал щелевую лампу — прибор, позволяющий проводить микроскопию живого глаза. Работа отмечена Нобелевской премией (1911).

Любая конструкция щелевой лампы состоит из осветительной системы и бинокулярного микроскопа. Осветительная система снабжена регулируемой щелевой диафрагмой, светофильтрами. Линейный пучок света «разрезает» оптические структуры, в результате чего их можно увидеть через микроскоп.

Виды освещения, используемые при биомикроскопии

Диффузное освещение

Диффузное освещение создается при максимально открытой осветительной щели. С его помощью проводится ориентировочный осмотр всех областей переднего отдела глаза. При малом увеличении можно осмотреть всю поверхность роговицы, радужки, хрусталика. Это необходимо, например, для определения протяженности складок десцеметовой оболочки, рубца роговицы и т. д.

Прямое фокальное освещение предусматривает совмещение фокусов осветителя и микроскопа, это основной вид освещения при биомикроскопии всех отделов глазного яблока. При данном методе изображение щели фокусируют на определенном участке глаза, благодаря чему он четко выделяется на фоне окружающих затемненных тканей. В эту фокально освещенную зону и направляют ось микроскопа.

Исследование в прямом фокальном освещении начинают при щели в 2–3 мм, чтобы составить общее представление о ткани, подлежащей биомикроскопии. После ориентировочного осмотра щель суживают в некото-

рых случаях до 1 мм. Это обеспечивает еще более рельефное выделение исследуемого участка. Прохождение узкого пучка света сквозь прозрачные оптические среды (роговица, хрусталик) позволяет получить оптический срез прозрачных тканей живого глаза.

Непрямое освещение (исследование в темном поле)

Непрямое освещение — исследование участка, расположенного рядом с освещенным участком.

Осмотр исследуемой части глазного яблока проводится в отраженном свете. Фокусы осветителя и микроскопа не совпадают: первый направлен в зону фокального освещения, второй — в зону, освещенную непрямым светом. При данном способе осмотра лучше видны запустевшие сосуды, мелкие преципитаты, складки десцеметовой оболочки; его применяют также для дифференциальной диагностики между опухолями радужки и ее кистами.

Исследование в отраженном (проходящем) свете — диафаноскопическое освещение)

Применяется для осмотра прозрачных сред глаза. Для этого необходимо позади исследуемой ткани в какой-нибудь плоскости получить яркое освещение путем фокусирования осветителя. Угол между осветителем и микроскопом должен быть большим. Отраженные лучи освещают исследуемый участок, на котором находится фокус микроскопа, т. е. фокусы микроскопа и осветителя не совпадают. Роговицу осматривают в отраженном от радужки свете, радужку — в свете, отраженном от хрусталика или глазного дна, передний отдел хрусталика — от задних мутных слоев, задние отделы стекловидного тела — в свете, отраженном от глазного дна.

Исследование в отраженном свете часто выявляет изменения, не обнаруживаемые при других видах освещения. Обычно хорошо бывают видны отек эпителия и эндотелия роговицы, тонкие рубцовые изменения ее стромы, новообразованные, в частности, уже запустевшие сосуды, атрофия заднего пигментного листка радужки, вакуоли под передней и задней капсулой хрусталика. Вакуоли роговицы или хрусталика кажутся окаймленными темной линией в связи с боковым отражением света.

При исследовании в отраженном свете надо учитывать, что в рассматриваемой ткани появляются не свойственные ей цветовые оттенки. Это связано с тем, что отраженные лучи получают окраску экрана и передают ее той ткани, через которую они потом проходят. Помутнения роговицы, имеющие при исследовании в прямом фокальном освещении беловатый оттенок, при биомикроскопии в отраженном свете кажутся на фоне коричневой радужки желтоватыми, а на фоне голубой — серо-голубоватыми. После обнаружения тех или иных изменений при исследовании в отраженном свете целесообразен осмотр в прямом фокальном свете для определе-

ния истинной окраски изменений и выявления их глубинной локализации в тканях глаза.

Метод зеркального поля (исследование в отсвечивающих зонах)

Метод зеркального поля — наиболее трудный вид освещения; он позволяет исследовать поверхности зон раздела: эпителий и эндотелий роговицы, переднюю поверхность хрусталика. Ось микроскопа направляют на отраженный луч (при исследовании в отраженном свете это не обязательно). Чтобы увидеть отраженный луч, осветитель и микроскоп следует поставить под прямым углом. Зрительная ось исследуемого глаза должна делить этот угол пополам. Чтобы увидеть отраженный луч (он будет отражаться под углом 45°), нужно получить его на экране. Для этого по ходу отражённого луча помещают лист белой бумаги. Получив отраженный луч, экран убирают и в том же направлении устанавливают ось микроскопа. Под микроскопом становятся видны зоны раздела.

Техническая трудность исследования в отсвечивающих зонах вознаграждается большими возможностями, предоставляемыми данным методом. В отсвечивающей зоне можно выявить мельчайшие неровности эпителия, его отек; на задней поверхности роговицы — мозаичную структуру пласта эндотелиальных клеток.

Значительно легче получить зеркальные зоны от поверхности хрусталика, особенно от задней поверхности, так как она меньше рефлектирует, поэтому начинать свои упражнения надо с получения зеркального поля на задней поверхности хрусталика. При осмотре отражающих зон хрусталика хорошо видны неровности его капсулы — так называемая шагреня, обусловленная своеобразным расположением хрусталиковых волокон и слоя эпителиальных клеток под передней капсулой хрусталика.

Осцилляторное (переменное) освещение

Осцилляторное освещение — комбинация прямого фокального и непрямого освещения. Исследуемую ткань при этом то ярко освещают, то затемняют. Смена освещения при этом должна быть довольно быстрой. Применяют для исследования реакции зрачка на свет (например, при гемианопической неподвижности зрачков); для обнаружения мелких инородных тел в тканях глаза, не диагностируемых методом рентгенографии. Металлические инородные тела при быстрой смене освещения проявляются своеобразным блеском, еще более выражен блеск осколков стекла, находящихся в жидких средах, хрусталике и оболочках глаза.

Исследование скользящим лучом

Скользящий луч применяют редко, в основном для исследования радужки, чтобы лучше увидеть рельеф. Свет от щелевой лампы направляют на

исследуемый глаз перпендикулярно зрительной оси. Для этого осветитель необходимо отвести максимально в сторону, к виску обследуемого. Пациент должен смотреть прямо вперед. Целесообразно довольно широко открыть диафрагму осветительной щели. При этом создается возможность почти параллельного скольжения лучей света по поверхности глазного яблока. Если параллельного направления света не возникает, голову больного слегка поворачивают в сторону, противоположную падающим лучам. Ось микроскопа при данном виде освещения может быть направлена в любую зону.

Исследование целесообразно применять в трудных случаях диагностики новообразований радужки, особенно при дифференциальной диагностике между новообразованием и пигментным пятном. Плотное опухолевидное образование обычно задерживает скользящий луч.

9. ОПТИЧЕСКАЯ КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Оптическая когерентная томография (ОКТ) — метод исследования, позволяющий отображать структуру биологических тканей организма в поперечном срезе с высоким уровнем разрешения, обеспечивая получение прижизненной морфологической информации на микроскопическом уровне. Действие ОКТ основано на принципе низкокогерентной интерферометрии.

Метод позволяет оценить величину и глубину светового сигнала, отраженного от различных по оптическим свойствам тканей. Разрешающая способность метода в аксиальном направлении достигает 3–8 мкм, а в поперечном — лежит в диапазоне от 10 до 15 мкм, что значительно превышает возможности современных ультразвуковых методов исследования. Методом ОКТ определяют эхозадержку отраженной световой волны с измерением интенсивности и глубины сигнала. При фокусировании на ткани-мишени светового луча происходят его рассеивание и частичное отражение от внутренних микроструктур на различных глубинах исследуемых тканей. Механизм аналогичен таковому при ультразвуковом А-сканировании, суть которого заключается в измерении времени, за которое импульс акустической волны проходит от источника ультразвука до цели и обратно к принимающему устройству. В ОКТ вместо звуковой волны применяют пучок когерентного света инфракрасного диапазона с длиной волны 820 нм (рисунок 40).

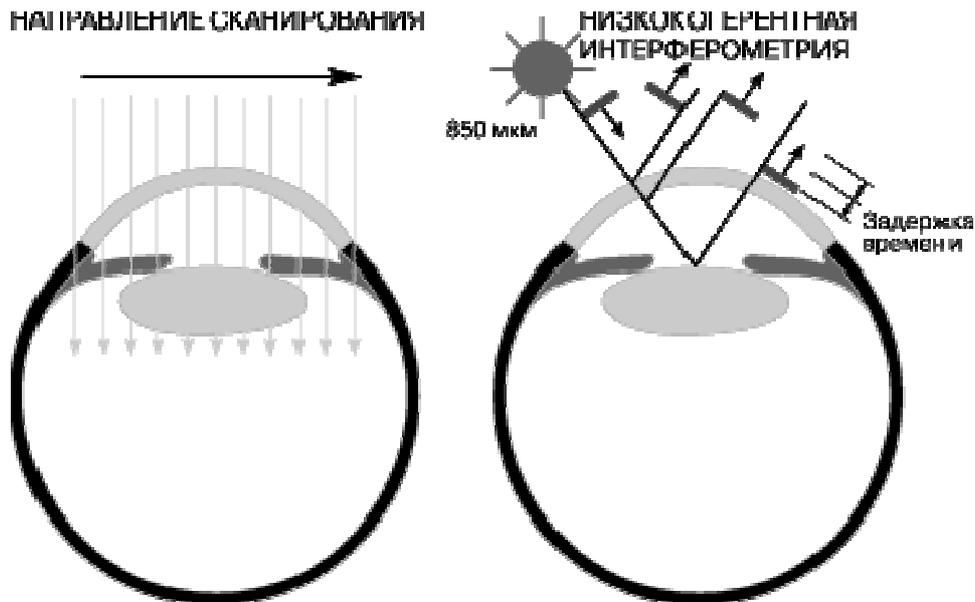


Рисунок 40 — Схема линейной траектории сканирования при ОКТ

Схему применяемого в офтальмологии оптического когерентного томографа можно представить следующим образом. В качестве источника излучения в устройстве используется суперлюминесцентный диод с длиной когерентности излучения 5–20 мкм. Интерферометр Майкельсона встроен в аппаратную часть прибора, в объектном плече расположен конфокальный микроскоп (фундус-камера или щелевая лампа), в опорном плече — блок временной модуляции. Видимую картину и траекторию сканирования исследуемой области посредством видеокамеры выводят на монитор. Компьютер обрабатывает полученную информацию и сохраняет ее в виде графических файлов в базе данных. Оптические когерентные томограммы представлены в виде логарифмической черно-белой шкалы. Для лучшего восприятия изображение трансформируют в псевдоцветное, где участкам с высокой степенью светоотражения соответствуют красный и белый цвета, оптически прозрачным — черный.

Современная ОКТ — бесконтактная неинвазивная технология, которую используют для исследования морфологии переднего и заднего отрезка глазного яблока *in vivo*. Она позволяет выявить, записать и количественно оценить состояние сетчатки и прилежащего СТ, зрительного нерва, а также измерить толщину и определить прозрачность роговицы, исследовать состояние радужки и УПК. Возможность многократного повторения исследований и сохранения полученных результатов в памяти компьютера дает возможность проследить динамику патологического процесса.

Показания

ОКТ позволяет получить ценную информацию как о состоянии нормальных структур глаза, так и о проявлении патологических состояний, таких, как различные помутнения роговицы, в том числе после рефракционных операций, иридоцилиарные дистрофии, тракционный витреомакулярный синдром, макулярные разрывы и предразрывы, макулодистрофии, макулярные отеки, пигментный ретинит, глаукома и прочее.

Противопоказания

Методом ОКТ невозможно получить качественное изображение при сниженной прозрачности сред. Исследование затруднено у пациентов, которые не могут обеспечить неподвижную фиксацию взора на протяжении времени сканирования (2,0–2,5 с).

Процедура не требует дополнительной подготовки. Однако расширение зрачка позволит получить более качественное изображение структур заднего отрезка глаза.

Методика

Технически оптическую когерентную томографию осуществляют следующим образом. После ввода данных пациента (номер карты, фамилия, имя, дата рождения) приступают к исследованию. Пациент фиксирует взгляд на мигающем объекте в линзе фундус-камеры. Камеру приближают к глазу пациента до тех пор, пока изображение сетчатки не отобразится на мониторе. После этого следует зафиксировать камеру нажатием кнопки фиксатора и отрегулировать четкость изображения. Если острота зрения низкая и пациент не видит мигающий объект, то следует использовать внешнюю подсветку, а пациент должен не мигая смотреть прямо перед собой. Оптимальное расстояние между исследуемым глазом и линзой камеры — 9 мм. Исследование проводят в режиме *perform scans* (выполнение сканирования) и контролируют с помощью панели управления, представленной в виде регуляторных кнопок и манипуляторов, разделенных на шесть функциональных групп.

Далее осуществляют выравнивание и очищение выполненных сканов от помех. После обработки данных производят измерение исследуемых тканей и анализ их оптической плотности. Полученные количественные измерения можно сравнивать со стандартными нормальными значениями или значениями, полученными во время предыдущих обследований и сохранёнными в памяти компьютера.

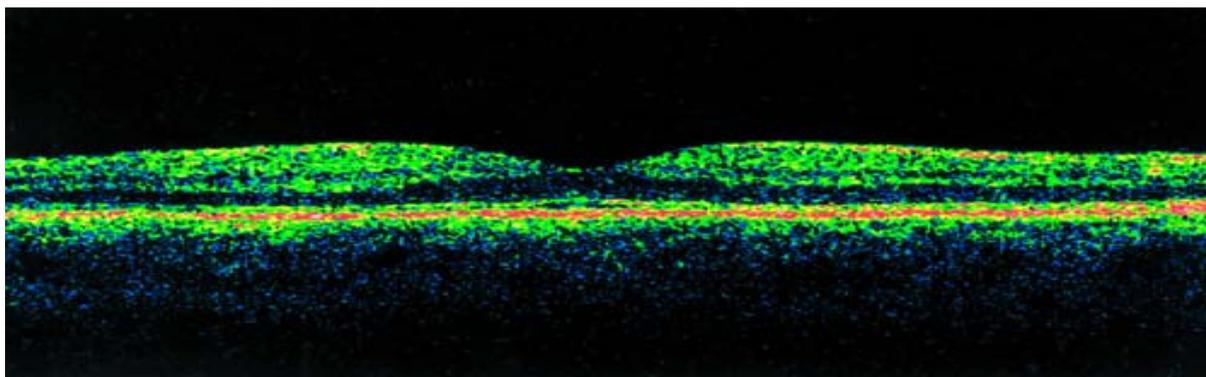


Рисунок 41 — Оптическая когерентная томограмма нормальной макулярной области

На рисунке 41 видно, что центральная ямка хорошо выражена. Толщина сетчатки в центральной ямке желтого пятна составляет 161 мкм, у края фовеа — 254 мкм. Сразу за прозрачным (окрашено в черный цвет) стекловидным телом определяют оптически плотный красный слой нервных волокон. Хорошо дифференцированы внутренний и наружный плексиформные слои, имеющие среднюю степень светоотражения. Ядерные слои более прозрачны и на томограмме выглядят темнее. Еще более темным выглядит слой фоторецепторов, который имеет заметное утолщение в месте фовеолярного вдавления. Ниже расположен единый блок пигментного эпителия и хориокапилляров в виде полосы красного цвета.

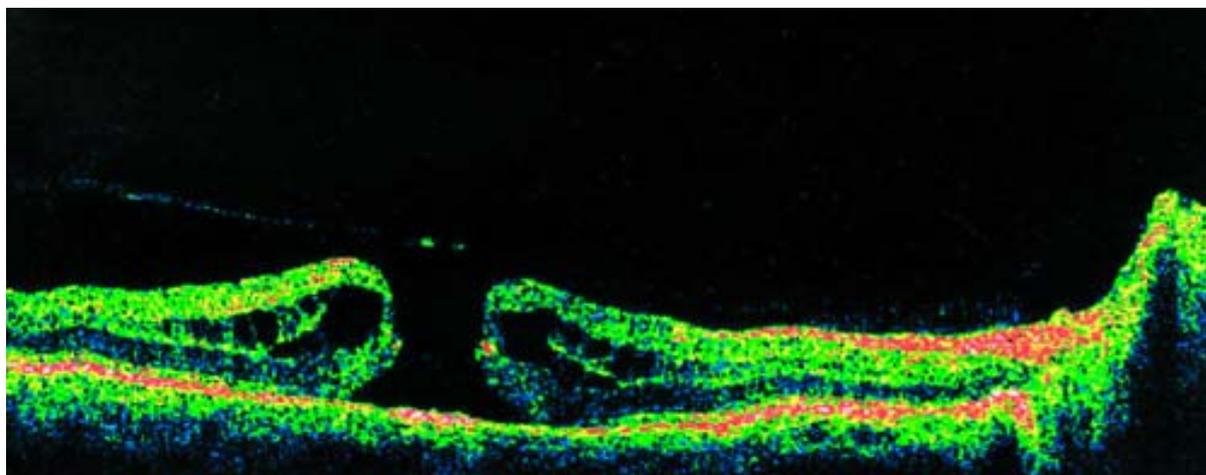


Рисунок 42 — Оптическая когерентная томограмма макулы, доходящая до зрительного нерва

На рисунке 42 виден сквозной макулярный разрыв. Минимальный диаметр разрыва составляет 516 мкм, максимальный — 863 мкм. Толщина сетчатки у края фовеа — 421 мкм. Крупные кисты диаметром до 218 мкм вокруг дефекта сетчатки. Края сетчатки приподняты. Гипертрофия слоя

ПЭС на дне разрыва. Стекловидное тело частично отслоено с сохранением прикрепления к ДЗН (макулярная задняя отслойка стекловидного тела). На задней поверхности частично отслоенной коры стекловидного тела расположено уплотнение — «крышечка» разрыва.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазные болезни: учебник / В. Г. Копаева [и др.]; под ред. В. Г. Копаевой. — М.: Медицина, 2002. — 560 с.
2. *Шульпина, Н. Б.* Биомикроскопия глаза / Н. Б. Шульпина. — М.: Медицина, 1974. — 264 с.
3. Офтальмология: учебник / Г. Д. Жабоедов [и др.]; под ред. чл. корр. НАМН Украины, проф. Г. Д. Жабоедова, д-ра мед. наук, проф. Р. Л. Скрипник. — К.: ВСИ «Медицина», 2011. — 448 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Методика и техника определения остроты зрения	4
2. Исследование внутриглазного давления	10
3. Методы оценки рефракции глаза.....	16
4. Исследование периферического зрения.....	20
5. Цветовосприятие.....	26
6. Бинокулярное зрение	28
7. Офтальмоскопия.....	32
8. Биомикроскопия	36
9. Оптическая когерентная томография.....	39
Литература	43

ISBN 978-985-506-466-5



Учебное издание

Дравица Людмила Владимировна
Бирюков Федор Иванович
Конопляник Елена Владимировна

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ

**Учебно-методическое пособие по офтальмологии
для студентов 4 курса всех факультетов
медицинских вузов**

Редактор *Т. Ф. Рулинская*
Компьютерная верстка *А. М. Терехова*

Подписано в печать 21.01.2013.
Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная 80 г/м². Гарнитура «Таймс».
Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,8. Тираж 170 экз. Заказ 19.

Издатель и полиграфическое исполнение
Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»
ЛИ № 02330/0549419 от 08.04.2009.
Ул. Ланге, 5, 246000, Гомель.